

RISK MAP OF IMPACTS FROM COMMON CLIMATE CHANGE PHENOMENON IN BA RIA - VUNG TAU PROVINCE

Nguyen Ngoc Nhat Thanh¹, Le Thuy Loi¹, Pham Minh An², Nguyen Tri², Ha Van Thanh³
Dang Thi Nhu Hang³, Vu Khanh Linh¹, Nguyen Thi Trang⁴, Phan Hoang Thuy Dung¹
Le Thi Van¹, Nguyen Truong Vien⁴, Bui Thi Hong Loan⁵, Dang Anh Tuan¹, Tran Ngoc Dang^{1*}

¹University of Medicine and Pharmacy, Ho Chi Minh City, ²Ba Ria - Vung Tau Health Department

³Center for Disease Control of Ba Ria - Vung Tau province, ⁴Pham Ngoc Thach University of Medicine

⁵University Medical Center, Ho Chi Minh City

ARTICLE INFO	ABSTRACT
Received: 07/11/2023	The research article identified and developed risk maps of the top 5 common climate change phenomenon corresponding to the geographical map of Ba Ria - Vung Tau province at the commune/ward level. First, the systematic review and Delphi methods were used to identify the top 5 common climate change phenomenon. Then, the ArcGIS geographic information system software was used to build risk maps according to the local geographic map. The results showed that Ba Ria - Vung Tau province's top 5 common climate change phenomena were soil salinity, heatwaves, flooding, landslides, and typhoons. Ward/commune areas on islands and coastal districts were at high risk of saltwater intrusion, flooding, landslides and typhoons. Meanwhile, the risk of heatwaves occurred mainly in wards and communes in inland districts. Locality must enhance its role and strengthen the coordination of departments and unions to develop action plans to respond to climate change. At the same time, solutions are implemented synchronously to help local people raise awareness about climate change so they can proactively adapt to these impacts.
Revised: 02/02/2024	
Published: 02/02/2024	
KEYWORDS	
Risk map	
Climate change	
Ba Ria - Vung Tau province	
Natural disaster	
Weather	

NGHIÊN CỨU XÂY DỰNG BẢN ĐỒ NGUY CƠ ẢNH HƯỞNG BỞI CÁC HIỆN TƯỢNG BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU PHỔ BIẾN TẠI TỈNH BÀ RỊA VŨNG TÀU

Nguyễn Ngọc Nhật Thanh¹, Lê Thủy Lợi¹, Phạm Minh An², Nguyễn Trí², Hà Văn Thanh³
Đặng Thị Như Hằng³, Vũ Khánh Linh¹, Nguyễn Thị Trang⁴, Phan Hoàng Thùy Dung¹
Lê Thị Vân¹, Nguyễn Trường Viên⁴, Bùi Thị Hồng Loan⁵, Đặng Anh Tuấn¹, Trần Ngọc Đăng^{1*}

¹Đại học Y Dược Tp. Hồ Chí Minh, ²Sở Y Tế tỉnh Bà Rịa - Vũng Tàu

³Trung tâm Kiểm soát bệnh tật tỉnh Bà Rịa - Vũng Tàu, ⁴Trường Đại học Y khoa Phạm Ngọc Thạch

⁵Bệnh viện Đại học Y Dược Tp. Hồ Chí Minh

THÔNG TIN BÀI BÁO	TÓM TẮT
Ngày nhận bài: 07/11/2023	Bài báo nghiên cứu xác định các hiện tượng biến đổi khí hậu phổ biến và xây dựng bản đồ nguy cơ tương ứng cấp xã/phường tại tỉnh Bà Rịa - Vũng Tàu. Nghiên cứu xác định 5 hiện tượng biến đổi khí hậu phổ biến bằng cách kết hợp phương pháp tổng quan hệ thống và phương pháp Delphi, sau đó sử dụng phần mềm hệ thống thông tin địa lý ArcGIS để xây dựng bản đồ nguy cơ tương ứng theo bản đồ địa lý địa phương. Kết quả xác định được 5 hiện tượng biến đổi khí hậu phổ biến tại tỉnh Bà Rịa - Vũng Tàu là xâm nhập mặn, nắng nóng, ngập lụt, sạt lở, bão. Khu vực phường/xã ở đảo và ven biển có nhiều nguy cơ xảy ra các hiện tượng xâm nhập mặn, ngập lụt, sạt lở và bão. Trong khi đó, nguy cơ nắng nóng xảy ra chủ yếu ở các phường xã ở các huyện sâu trong đất liền. Địa phương cần nâng cao vai trò, tăng cường công tác phối hợp của các ban ngành, đoàn thể nhằm xây dựng kế hoạch hành động ứng phó với biến đổi khí hậu. Đồng thời, các giải pháp cần được thực hiện đồng bộ nhằm giúp người dân địa phương nâng cao nhận thức và chủ động ứng phó với tác động của biến đổi khí hậu.
Ngày hoàn thiện: 02/02/2024	
Ngày đăng: 02/02/2024	
TỪ KHÓA	
Bản đồ nguy cơ	
Biến đổi khí hậu	
Tỉnh Bà Rịa - Vũng Tàu	
Thiên tai	
Thời tiết	

DOI: <https://doi.org/10.34238/tnu-jst.9160>

* Corresponding author. Email: ngocdangytcc@gmail.com

1. Đặt vấn đề

Biến đổi khí hậu (BĐKH) tác động tiêu cực đến sức khỏe cộng đồng trên toàn thế giới, đặc biệt với nhóm dễ tổn thương như trẻ em và người lớn tuổi [1], [2]. BĐKH tác động lên sức khỏe con người bao gồm cả trực tiếp như các hiện tượng thời tiết cực đoan, sự kiện thời tiết bất thường lẫn gián tiếp như tác động lên hệ thống thực phẩm, các loại trung gian truyền bệnh hoặc kinh tế xã hội [2], [3]. Những tác động này làm trầm trọng thêm sự bất bình đẳng hiện có, với những nhóm dân cư dễ bị tổn thương trong và giữa các quốc gia bị ảnh hưởng thường xuyên hơn và có tác động lâu dài hơn [4]. Những hiện tượng gây ra bởi BĐKH như mực nước biển dâng cao, thay đổi nhiệt độ, hạn hán, lũ lụt, cháy rừng ảnh hưởng đến sức khỏe con người, biểu hiện qua sự gia tăng của các bệnh truyền nhiễm, rối loạn hô hấp, suy dinh dưỡng, các vấn đề tâm lý, thậm chí là tử vong [5], [6]. Đồng thời, khí hậu thay đổi đang ảnh hưởng đến sự lây lan của các bệnh truyền nhiễm, khiến người dân có nguy cơ mắc các bệnh mới nổi và đồng dịch bệnh cao hơn [7]. BĐKH đang làm suy yếu mọi khía cạnh của hoạt động giám sát sức khỏe toàn cầu và làm tăng tính dễ bị tổn thương của người dân trước các cuộc khủng hoảng địa chính trị, năng lượng và chi phí sinh hoạt cùng tồn tại [4]. Theo báo cáo của Tổ chức Y tế Thế giới, ước tính đến năm 2050, BĐKH dự kiến sẽ gây ra 250.000 ca tử vong mỗi năm [8].

Hiện nay, nhiều nghiên cứu ghi nhận các hiện tượng BĐKH chủ yếu và trầm trọng nhất được báo cáo từ các quốc gia có thu nhập thấp và trung bình [3]. Tại Việt Nam, tỉnh Bà Rịa - Vũng Tàu (BR-VT) là tỉnh ven biển thuộc khu vực Đông Nam Bộ, đã có ghi nhận tình trạng BĐKH tại địa phương bao gồm gia tăng nhiệt độ, cơn bão nhiều hơn, lũ lụt, xâm nhập mặn, xói mòn các cửa sông [9]. Mục tiêu của nghiên cứu này nhằm xác định các hiện tượng biến đổi khí hậu phổ biến và xây dựng bản đồ nguy cơ tương ứng cấp xã/phường tại tỉnh BR-VT, thể hiện rõ hơn những liên kết của các vấn đề trong bối cảnh các báo cáo rời rạc.

2. Dữ liệu và phương pháp nghiên cứu

2.1. Dữ liệu nghiên cứu

Nghiên cứu sử dụng lớp dữ liệu bản đồ hành chính và sông ngòi cấp phường/xã của 8 đơn vị hành chính cấp huyện tỉnh BR-VT. Dữ liệu này được lấy từ cơ sở dữ liệu GIS của Trung tâm công nghệ thông tin Tài nguyên và Môi trường BR-VT.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Nghiên cứu được thực hiện theo 4 bước:

Bước 1: Xác định các hiện tượng BĐKH có khả năng xảy ra theo đặc trưng địa lý theo cấp xã phường bằng phương pháp tổng quan hệ thống

Tổng quan hệ thống thực hiện theo hướng dẫn thực hiện của PRISMA [10] trong cơ sở dữ liệu của Pubmed, Google Scholar và các tạp chí Việt Nam cập nhật đến tháng 2/2022. Các từ khóa tiếng Việt và tiếng Anh bao gồm: “*biến đổi khí hậu*” “*bà rịa*” “*vũng tàu*” và (*climate* change**) AND ((*health effect**) OR (*health impact**)). Sách, tổng quan, tổng quan hệ thống, báo cáo, tạp chí, báo chí xuất bản tiếng Việt hoặc tiếng Anh không giới hạn thời gian xuất bản là các loại tài liệu được chọn. Sau đó, ba nghiên cứu viên độc lập đã thực hiện đánh giá nghiên cứu đủ điều kiện. Đối với lựa chọn ban đầu, các hồ sơ không liên quan đã được loại trừ thông qua sàng lọc tiêu đề và tóm tắt. Các bài viết toàn văn của các hồ sơ còn lại đã được lấy ra để đánh giá thêm về tính đủ điều kiện của chúng. Về vấn đề không có toàn văn, các tác giả ban đầu đã được liên hệ qua email ít nhất một lần để có được bài báo toàn văn. Đánh giá không nhất quán về các nghiên cứu đủ điều kiện đã được giải quyết thông qua thảo luận. Kết quả tìm kiếm và lựa chọn nghiên cứu được tóm tắt trong biểu đồ PRISMA (Hình 1). Các dữ liệu được trích xuất bao gồm các hiện tượng BĐKH ở các đặc trưng địa lý. Đồng thời 2 nghiên cứu viên sử dụng dữ liệu bản đồ từ hệ thống thông tin địa lý GIS để xác định các đặc trưng địa lý tại BR-VT và phân loại các đặc trưng địa lý theo cấp xã phường. Cuối cùng, kết hợp dữ liệu để tạo ra ma trận các hiện tượng BĐKH có khả năng xảy ra

theo đặc trưng địa lý tại BR-VT theo xã/phường. Các bản ghi trong tổng quan hệ thống được quản lý bằng phần mềm Endnote. Các dữ liệu trích xuất được quản lý bằng phần mềm Exel.

Bước 2: Xác định 5 vấn đề BDKH phổ biến tại BRVT bằng phương pháp Delphi

Nhóm tác giả mời 6 chuyên gia trong lĩnh vực môi trường và khí hậu tham gia 2 vòng thảo luận Delphi qua 1 cuộc họp trực tuyến. Trước khi thực hiện các đánh giá, nhóm chuyên gia được giới thiệu tổng quan và mục tiêu nghiên cứu. Tại vòng 1, nhóm chuyên gia được cung cấp ma trận các vấn đề BDKH có khả năng xảy ra tại BR-VT theo đặc trưng địa lý, bản dịch tóm tắt tài liệu và tài liệu gốc. Các chuyên gia đánh giá và lựa chọn 5 hiện tượng có khả năng xảy ra ở tỉnh BR-VT. Ở vòng 2, nhóm nghiên cứu tổng hợp lại các sự kiện được lựa chọn và nhóm chuyên gia đánh giá khả năng xuất hiện phổ biến của các hiện tượng trên thang Likert 5 điểm: 1 = phổ biến nhất đến 5 = ít phổ biến nhất. Kết quả tổng hợp vòng 2 được sử dụng để quyết định xếp hạng và lựa chọn 5 hiện tượng có xếp hạng cao nhất.

Bước 3: Phân loại nguy cơ các hiện tượng BDKH

Địa hình tỉnh BR-VT được chia thành 4 vùng: bán đảo, hải đảo, vùng đồi núi bán trung du và vùng thung lũng đồng bằng ven biển. Bên cạnh đó, khu vực thành thị và khu vực có sông/hồ cũng là các yếu tố quan trọng quyết định sự xuất hiện và ảnh hưởng của các hiện tượng BDKH. Sau đó, các mức nguy cơ cho từng loại hiện tượng BDKH được đánh giá cho từng phường/xã theo địa hình và yếu tố thành thị và sông/hồ. Các mức nguy cơ được đánh giá từ không nguy cơ đến nguy cơ cao. Dữ liệu trong giai đoạn này được quản lý bằng phần mềm Excel.

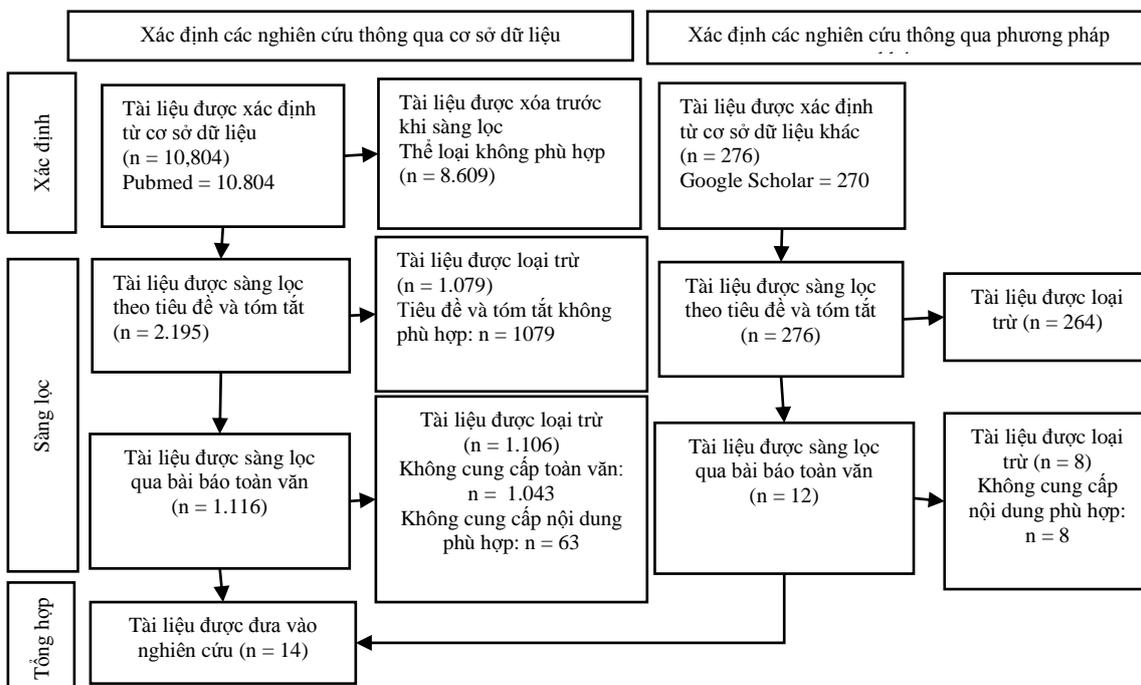
Bước 4: Xây dựng bản đồ nguy cơ

Sau khi các mức nguy cơ tương ứng với 5 hiện tượng BDKH được phân loại dựa vào địa hình của từng xã/phường tại bước 3, các dữ liệu sẽ được đưa vào phần mềm hệ thống thông tin địa lý GIS kết hợp với lớp bản đồ địa chính, sông ngòi để xây dựng bản đồ nguy cơ. Cuối cùng, các bản đồ được xuất ra và tiến hành đánh giá.

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Các hiện tượng BDKH có khả năng xảy ra theo đặc trưng địa lý

3.1.1. Kết quả truy tìm tài liệu các hiện tượng BDKH có khả năng xảy ra theo đặc trưng địa lý



Hình 1. Biểu đồ PRISMA chọn lựa nghiên cứu vào tổng quan

Tổng cộng, 11.080 tài liệu đã được xác định thông qua tìm kiếm cơ sở dữ liệu và các nguồn khác (Google Scholar và các tạp chí tiếng Việt). Sau quá trình sàng lọc bằng tiêu đề, tóm tắt và bài báo toàn văn, có 14 nghiên cứu được đưa vào tổng quan này. Trong đó, có 4 tài liệu tiếng Việt và 10 tài liệu tiếng Anh. Quy trình chọn lựa nghiên cứu vào tổng quan được trình bày trong sơ đồ PRISMA (Hình 1).

3.1.2. Các hiện tượng BĐKH theo đặc trưng địa lý

Có 18 hiện tượng BĐKH có thể xảy ra trên các loại địa hình tỉnh BR-VT được tổng hợp sau khi tổng quan tài liệu. Các hiện tượng được ghi nhận bao gồm: xâm nhập mặn, ngập lụt, sạt lở bờ biển, sạt lở bờ sông/hồ, nắng nóng, hạn hán, cháy rừng, ô nhiễm không khí, ô nhiễm nước/nước ngầm, đất nhiễm phèn, thay đổi dòng chảy nước mặt và nước ngầm, nước biển dâng, nhiệt độ bề mặt biển tăng cao, acid hóa đại dương, sóng nhiệt biển, El Nino và sạt lở đất. Hơn 50% các hiện tượng ghi nhận ở thung lũng đồng bằng ven biển và hải đảo. Các địa hình còn lại có số lượng các hiện tượng xảy ra gần như nhau. Đáng chú ý, hiện tượng ngập lụt và nắng nóng được ghi nhận ở cả 4 vùng địa hình. Chi tiết các hiện tượng ở các loại địa hình được mô tả trong Phụ lục 1.

3.2. Xác định 5 vấn đề BĐKH phổ biến tại BR-VT

Tại vòng 2 thảo luận, nhóm chuyên gia cho điểm các hiện tượng BĐKH phổ biến tại BR-VT (trình bày tại bảng 1) và kết quả tổng hợp sẽ xếp hạng mức độ phổ biến cao nhất đến thấp nhất. Sau khi cho điểm đánh giá và tổng hợp, hiện tượng BĐKH phổ biến nhất tại BR-VT tăng dần từ bão/áp thấp, sạt lở/xói mòn bờ sông/biển, lũ lụt/ngập úng, nắng nóng và xâm nhập mặn.

Bảng 1. Các hiện tượng BĐKH được chuyên gia lựa chọn sau đánh giá vòng 1 thảo luận Delphi

	Chuyên gia 1	Chuyên gia 2	Chuyên gia 3	Chuyên gia 4	Chuyên gia 5	Chuyên gia 6
1	Ngập mặn	Xâm nhập mặn	Ngập mặn	Xâm nhập mặn	Xâm nhập mặn	Xâm nhập mặn
2	Nắng nóng	Nhiệt độ biến đổi	Nắng nóng	Ngập úng đô thị	Ngập úng đô thị	Bức xạ/ nhiệt độ
3	Lũ lụt	Sạt lở	Mưa/ bão bất thường	Xói mòn, sạt lở bờ sông, bờ biển	Nhiệt độ biến đổi	Sạt lở
4	Sạt lở (bờ biển/ sông)	Nắng nóng	Sạt lở	Nắng nóng	Sạt lở	Bão
5	Bão/áp thấp	Bão	Lũ lụt	Bão/áp thấp	Nắng nóng	Lũ lụt

3.3. Phân loại nguy cơ các hiện tượng BĐKH

Sau khi đánh giá cho từng phường/xã theo 4 loại địa hình và yếu tố thành thị và sông/hồ, các mức nguy cơ cho từng loại hiện tượng BĐKH (cụ thể ở phụ lục 2) được phân loại như sau:

Nguy cơ xâm nhập mặn được chia thành 4 mức nguy cơ: không nguy cơ cho vùng đồi núi bán trung du; nguy cơ thấp cho vùng thung lũng đồng bằng ven biển không giáp biển; nguy cơ vừa cho vùng thung lũng đồng bằng ven biển giáp biển và có hạ lưu sông và nguy cơ cao ở những nơi từng xảy ra ngập mặn.

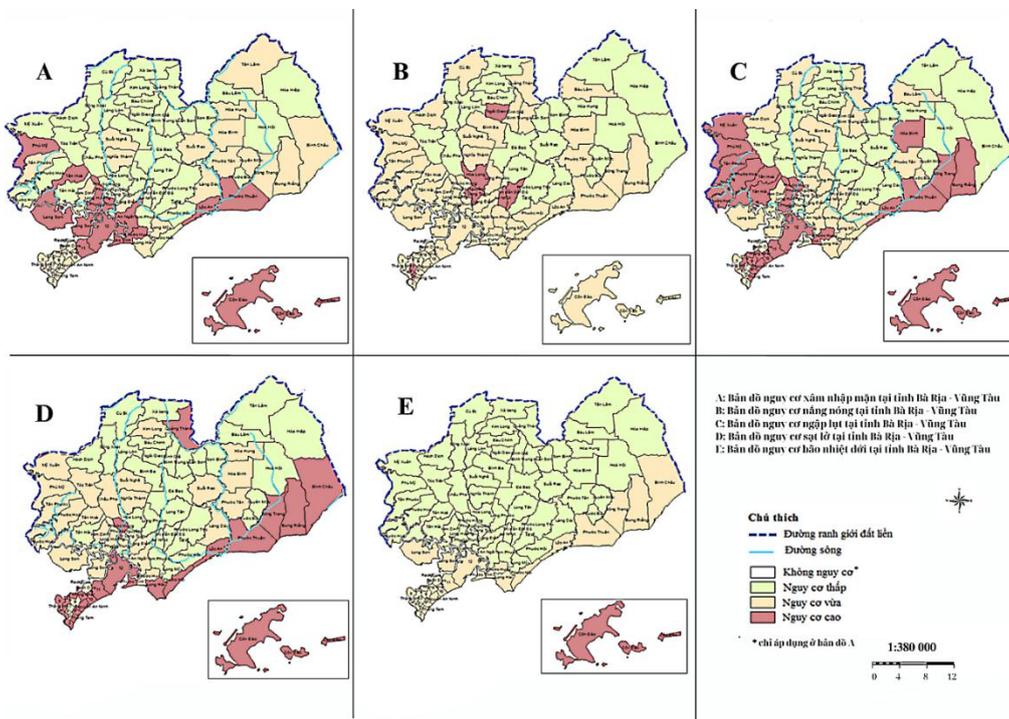
Nguy cơ nắng nóng được chia thành 3 mức nguy cơ: nguy cơ thấp ở các vùng vùng đồi núi bán trung du, vùng thung lũng đồng bằng ven biển và bán đảo có sông/hồ và không là thành thị, nguy cơ vừa ở các vùng đồi núi bán trung du hoặc các vùng khác không có sông/hồ và nguy cơ cao ở khu vực thành thị và không có sông/hồ.

Nguy cơ ngập lụt được chia thành 3 mức: nguy cơ thấp ở vùng đồi núi bán trung du và vùng thung lũng đồng bằng ven biển không là thành thị; nguy cơ vừa ở vùng thung lũng đồng bằng ven biển và là thành thị và nguy cơ cao ở các vùng đã từng xảy ra ngập lụt.

Nguy cơ sạt lở được chia thành 3 mức nguy cơ: nguy cơ thấp ở vùng đồi núi bán trung du, nguy cơ vừa ở vùng thung lũng đồng bằng ven biển, bán đảo và hải đảo và nguy cơ cao ở các khu vực đã từng xảy ra sạt lở.

Nguy cơ bão nhiệt đới được chia thành 3 mức nguy cơ: nguy cơ thấp ở vùng đồi núi bán trung du; nguy cơ vừa ở vùng thung lũng đồng bằng ven biển, bán đảo và nguy cơ cao ở hải đảo.

3.4. Bản đồ nguy cơ tương ứng với 5 hiện tượng BĐKH phổ biến tại tỉnh BR-VT



Hình 2. Bản đồ nguy cơ tương ứng với 5 hiện tượng BĐKH phổ biến tại tỉnh BR-VT

Nguy cơ xâm nhập mặn thể hiện ở bản đồ hình 2A cho thấy toàn tỉnh BR-VT có nguy cơ xâm nhập mặn từ mức thấp trở lên. Mức nguy cơ vừa và cao tập trung ở khu vực ven biển và ven sông. Đặc biệt mức nguy cơ xâm nhập mặn cao thể hiện rõ ở khu vực đảo, khu vực ven biển nơi hạ lưu và cửa sông phía nam và tây nam. Có thể thấy, càng xa biển và đi sâu vào đất liền nguy cơ xâm nhập mặn càng giảm. Các khu vực này có đặc điểm chung là nằm ở khu vực ven biển, ven sông, có diện tích đất sản xuất nông nghiệp và nuôi trồng thủy sản lớn.

Nguy cơ nắng nóng được thể hiện ở bản đồ hình 2B. Nhìn chung, phần lớn các phường/xã được đánh giá có mức nguy cơ vừa và cao. Nguy cơ nắng nóng trên bản đồ thể hiện nguy cơ cao nhất ở các phường/xã ở hướng tây sâu trong đất liền.

Nguy cơ ngập lụt được thể hiện ở bản đồ hình 2C. Nhìn chung, khoảng 60% các phường xã ở tỉnh BR-VT được đánh giá có nguy cơ mức vừa và cao. Nguy cơ ngập lụt cao chủ yếu tập trung ở phường/xã hướng tây nam và hướng đông của tỉnh.

Nguy cơ sạt lở thể hiện ở bản đồ hình 2D cho thấy mức nguy cơ cao hầu hết ở khu vực ven biển, một số khu vực hạ lưu sông hướng tây nam và khu vực đồi núi hướng bắc. Hơn 50% các phường/xã ở tỉnh được đánh giá ở mức nguy cơ vừa và cao.

Nguy cơ bão nhiệt đới thể hiện ở bản đồ hình 2E cho thấy nguy cơ cao nhất ở khu vực đảo. Phần lớn các khu vực sâu trong đất liền đều có nguy cơ thấp. Mức nguy cơ bão nhiệt đới tập trung ở phường/xã ven biển.

3.5. Thảo luận

Các bản đồ nguy cơ của các hiện tượng biến đổi khí hậu có độ tin cậy cao khi các tài liệu, bài báo, nghiên cứu khoa học được sàng lọc và lựa chọn để xây dựng bản đồ được dựa trên phương pháp tổng quan hệ thống theo hướng dẫn của PRISMA. Những bài báo, nghiên cứu khoa học được tìm kiếm từ nhiều nguồn cơ sở dữ liệu khoa học khác nhau, thảo luận cùng các chuyên gia trong lĩnh vực môi trường và khí hậu và kết hợp với các thông tin về BĐKH thực tế tại địa

phương. Việc dựa theo một hướng dẫn của quốc tế giúp phương thức đánh giá có bằng chứng khoa học rõ ràng, có hệ thống để đối chiếu và tổng hợp các phát hiện từ nhiều nguồn dữ liệu. Đồng thời, quy trình làm việc của nhóm chuyên gia trải qua nhiều bước thảo luận mang tính khoa học và tuân thủ nghiêm ngặt các quy định theo hướng dẫn.

Trong giai đoạn BĐKH toàn cầu hiện nay, các hiện tượng thời tiết cực đoan xảy ra ngày một nhiều hơn, gây ra các tác động đáng kể đến Việt Nam nói chung, và tỉnh BR-VT nói riêng. Các khu vực phường/xã ở đảo và các huyện ven biển phía Nam tỉnh BR-VT, đặc biệt là huyện Côn Đảo, có nguy cơ cao chịu nhiều tác động từ biến đổi khí hậu nhất như nguy cơ xâm nhập mặn, ngập lụt, sạt lở và bão nhiệt đới. Khu vực ven biển tỉnh BR-VT được đánh giá nhạy cảm dễ tổn thương dưới các tác động của môi trường, có nguy cơ cao bị ảnh hưởng bởi các hiện tượng BĐKH [11].

Đối với nguy cơ xâm nhập mặn, kết quả thể hiện trên bản đồ tương tự với kết quả mô phỏng xâm nhập mặn tại các sông chính trong bối cảnh biến đổi khí hậu trên địa bàn tỉnh BR-VT của tác giả Nguyễn Văn Hồng [12], các khu vực ven sông cũng có khả năng bị phơi nhiễm với độ mặn tương ứng. Trong bối cảnh BĐKH, nước thượng nguồn phụ thuộc vào lượng mưa dẫn đến tốc độ dòng chảy giảm đến hạ lưu vào thời kỳ mùa khô; tình trạng khô hạn trong mùa nắng dẫn đến chất lượng các công trình thủy lợi ngày càng kém. Những yếu tố này góp phần cho xâm nhập mặn lấn sâu hơn vào các con sông.

Đối với nguy cơ nắng nóng, hiện tượng này tập trung ở khu vực đô thị sâu trong đất liền. Sự tăng trưởng đô thị nhanh chóng dẫn đến sự gia tăng diện tích bề mặt không thấm nước, thay đổi sử dụng đất/che phủ đất dẫn đến tài nguyên đất dễ bị tổn thương và mất cân bằng hệ sinh thái. Sự phát triển của các ngành công nghiệp và du lịch gây ra những căng thẳng đáng kể cho môi trường, góp phần tăng cao nguy cơ nắng nóng. Nguy cơ nắng nóng xảy ra không chỉ ở các phường xã ở các huyện sâu trong đất liền mà còn ảnh hưởng ở các khu vực ven biển, ven sông. Các kết quả này tương tự với nhiều nghiên cứu về các hiện tượng BĐKH cũng như các mô hình mô phỏng các nguy cơ tại tỉnh BR-VT. Bên cạnh đó, tính dễ bị tổn thương của tầng chứa nước Pleistocen đối với sự xâm nhập của nước biển do mực nước biển dâng cao làm tăng nhiệt độ, dẫn đến tăng nguy cơ nắng nóng ở khu vực ven biển [13].

Đối với nguy cơ ngập lụt, do sự gia tăng của dân số và thay đổi nhu cầu sử dụng đất làm giảm khả năng thoát nước tự nhiên, cùng với hệ thống thoát nước được xây dựng chưa hiệu quả đã khiến cho các khu vực thành thị, khu vực cơ sở hạ tầng và công nghiệp chịu nguy cơ ngập lụt lớn nhất do ảnh hưởng của mưa lũ. Cụ thể là hiện trạng thành phố Vũng Tàu là nơi có nguy cơ ngập lụt cao nhất, kết quả này phù hợp với dự đoán trong nghiên cứu Đánh giá định lượng rủi ro do ngập lụt tỉnh BR-VT của tác giả Nguyễn Kim Ngọc Anh [14].

Đối với nguy cơ sạt lở, một trong các yếu tố làm tăng nguy cơ xảy ra hiện tượng này là mực nước biển dâng. Nước biển dâng làm tăng khả năng tính dễ bị tổn thương đối với đường bờ biển [15]. Kết hợp với những thay đổi trong sử dụng đất, chẳng hạn như chuyển đổi đất nông nghiệp thành đất đô thị, ảnh hưởng đến sự xâm nhập của nước vào đất, dòng chảy bề mặt và mực nước ngầm góp tăng nguy cơ sạt lở đất ở khu vực ven biển. Tình trạng sạt lở bờ biển ở tỉnh BR-VT diễn biến rất phức tạp, tình trạng sạt lở nghiêm trọng đe dọa đến các khu dân cư bờ biển, khu du lịch và bãi tắm. Điều này làm ảnh hưởng rất lớn đến phát triển kinh tế - xã hội của tỉnh.

Đối với nguy cơ bão nhiệt đới, hiện nay bão và áp thấp nhiệt đới có xu hướng tiến dần về phía Nam Việt Nam [16]. Trong những năm gần đây, số lượng các cơn bão và áp thấp nhiệt đới ngày càng có xu hướng tăng mạnh. Số lượng bão rất mạnh và số ngày bão rất mạnh ngày càng tăng ở Biển Đông. Theo các nghiên cứu trước đây, trên thế giới và trong nước, biến động số lượng bão giữa các năm thường theo quy luật khí hậu thông thường, bao gồm các dao động từ 2-3 năm đến ENSO và thập niên. Tuy nhiên, kết quả nghiên cứu gần đây đều cho thấy xu thế biến đổi số lượng bão liên quan đến BĐKH [16].

Đời sống và sức khỏe của người dân trong các khu vực thường xuyên phải đối mặt với biến đổi khí hậu, bao gồm sự gia tăng của hiện tượng xâm nhập mặn, nắng nóng, ngập lụt, sạt lở, và bão, đã và đang phải chịu tác động đáng kể. Xâm nhập mặn đặc biệt ảnh hưởng đến nguồn nước

sinh hoạt cũng như sản xuất của người dân, tạo ra nhiều mối nguy cơ tiềm ẩn cho tình trạng sức khỏe của người dân tại đây. Lượng muối cao trong nước là nguy cơ tăng huyết áp và các bệnh về tim mạch. Ngoài ra, tại những nơi nước ngầm bị nhiễm mặn, người dân thường phải dự trữ nước mưa trong các bể chứa, đây là nơi sinh sản của muỗi dẫn đến bùng phát sốt xuất huyết. Bên cạnh đó, nước mưa chứa các thành phần như bụi, côn trùng, hoặc mầm bệnh gây nguy cơ cao mắc bệnh tiêu chảy khi sử dụng [18]. Nắng nóng là nguyên nhân thuận lợi cho sự phát triển của các loại vi khuẩn và nấm mốc, làm tăng nguy cơ bùng phát các dịch bệnh, đặc biệt là các dịch bệnh liên quan đến nước sạch và vệ sinh môi trường như các bệnh đường ruột [19]. Ngập lụt, sạt lở và bão có khả năng ảnh hưởng đến cơ sở hạ tầng của các cơ sở y tế, làm giảm khả năng cung cấp dịch vụ y tế hiệu quả và cấu trúc hạ tầng y tế cơ bản. Điều này dẫn đến các vấn đề như các cơ sở y tế bị hỏng ngưng hoạt động, giảm khả năng tiếp cận dịch vụ y tế, giải quyết các dịch vụ y tế khẩn cấp trở nên khó khăn. Ngoài ra, hệ thống cấp nước và cống thoát cũng có nguy cơ bị thiệt hại, tăng nguy cơ ô nhiễm nguồn nước và các vấn đề về sức khỏe.

Nhằm nâng cao khả năng thích nghi, đối phó với các hiện tượng BĐKH tại các khu vực có nguy cơ, các biện pháp kịp thời và dài hạn cần được xem xét thực hiện. Chính quyền địa phương cần cảnh báo và cập nhật thông tin và diễn biến của các hiện tượng BĐKH để người dân kịp thời có những biện pháp phòng ngừa. Bên cạnh đó, cần chuẩn bị và cung cấp nguồn nước sạch và bảo đảm vệ sinh (nước đóng chai, nhà máy nước di động) để giảm nguy cơ lây nhiễm bệnh tiêu chảy và sốt rét cho người dân. Đồng thời, người dân cần hạn chế dự trữ nước trong các bể chứa, y tế địa phương cần tiến hành việc phun thuốc diệt muỗi định kỳ, đặc biệt là vào các tháng mưa nhiều và có nhiệt độ cao để ngăn chặn sự phát triển của muỗi gây truyền bệnh sốt xuất huyết. Các biện pháp dài hạn cũng cần được lên kế hoạch hành động như tuyên truyền, phổ biến cho người dân về các hiện tượng BĐKH và diễn biến của thiên tai cùng với các phương thức đối phó và thích nghi có thể áp dụng tại địa phương. Đồng thời, thiết lập các hệ thống giám sát để cảnh báo các hiện tượng BĐKH và phát triển các chiến lược quản lý tài nguyên tổng hợp. Tiếp theo, cần tăng cường đầu tư phát triển các công trình giúp chống các thiên tai như nâng độ cao và bảo trì thường xuyên các bờ kè, làm giảm nguy cơ tràn hoặc vỡ đê, và tình trạng nhiễm mặn. Hơn nữa, các cơ sở y tế cũng cần được quan tâm đầu tư cơ sở hạ tầng tốt, đủ điều kiện giúp nhân viên y tế hoàn thành tốt vai trò của mình.

4. Kết luận

Các hiện tượng biến đổi khí hậu phổ biến tại tỉnh BR-VT được xác định là xâm nhập mặn, nắng nóng, ngập lụt, sạt lở, bão. Khu vực phường/xã ở đảo và các huyện ven biển có nhiều nguy cơ xảy ra các hiện tượng xâm nhập mặn, ngập lụt, sạt lở và bão. Trong khi đó, nguy cơ nắng nóng xảy ra chủ yếu ở các phường xã ở các huyện sâu trong đất liền. Địa phương cần nâng cao vai trò, tăng cường công tác phối hợp của các ban ngành, đoàn thể nhằm xây dựng kế hoạch hành động ứng phó với biến đổi khí hậu, kết hợp nâng cao nhận thức của người dân địa phương về biến đổi khí hậu để có thể chủ động thích ứng với những tác động này.

Lời cảm ơn

Nhóm tác giả xin chân thành gửi lời cảm ơn tới Sở Khoa học và Công nghệ BR-VT đã tài trợ cho nghiên cứu này thông qua hợp đồng đề tài số 10/HĐ-SKH-CN ký ngày 30 tháng 11 năm 2021 do TS. Trần Ngọc Đăng làm chủ nhiệm đề tài.

TÀI LIỆU THAM KHẢO/ REFERENCES

- [1] V. T. Nguyen, T. H. Nguyen, T. Tran *et al.*, *Climate change and impacts in Vietnam*. Ha Noi: Science and Technics Publishing House, 2010.
- [2] L. Berrang-Ford, A. J. Sietsma, M. Callaghan *et al.*, "Systematic mapping of global research on climate and health: a machine learning review," *Lancet Planet Health*, vol. 5, no. 8, pp. e514-e525, 2021.
- [3] P. F. D. Scheelbeek, A. D. Dangour, S. Jarmul *et al.*, "The effects on public health of climate change adaptation responses: a systematic review of evidence from low- and middle-income countries," *Environ. Res. Lett.*, vol. 16, no. 7, 2021, Art. no. 073001.

- [4] M. Romanello, C. Di Napoli, P. Drummond *et al.*, "The 2022 report of the Lancet Countdown on health and climate change: health at the mercy of fossil fuels," *Lancet*, vol. 400, no. 10363, pp. 1619-1654, 2022.
- [5] N. Watts, M. Amann, N. Arnell *et al.*, "The 2020 report of The Lancet Countdown on health and climate change: responding to converging crises," *Lancet*, vol. 397, no. 10269, pp. 129-170, 2021.
- [6] J. A. Patz, H. Frumkin, T. Holloway *et al.*, "Climate change: challenges and opportunities for global health," *JAMA*, vol. 312, no. 15, pp. 1565-80, 2014.
- [7] N. H. Ogden and P. Gachon, "Climate change and infectious diseases: What can we expect?" *Can. Commun. Dis. Rep.*, vol. 45, no. 4, pp. 76-80, 2019.
- [8] WHO, "Climate change," 2023. [Online]. Available: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/climate-change-and-health>. [Accessed Oct. 29, 2023].
- [9] P. Schmidt-Thome, T. H. Nguyen, T. L. Pham *et al.*, "Impacts of Climate Change on the Ba Ria-Vung Tau Province," in *Climate Change Adaptation Measures in Vietnam: Development and Implementation*, P. Schmidt-Thomé, T. H. Nguyen, T. L. Pham, J. Jarva, and K. Nuottimäki. Cham: Springer International Publishing, 2015, pp. 45-68.
- [10] M. J. Page, J. E. McKenzie, P. M. Bossuyt *et al.*, "The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews," *Int. J. Surg.*, vol. 88, 2021, Art. no. 105906.
- [11] V. P. Nguyen and T. T. H. Nguyen, "Environmental sensitivity maps of the area from Ba Ria Vung Tau province to Can Gio district- HCMC," *Environmental Journal*, vol. II/2019, pp. 47-53, 2019.
- [12] V. H. Nguyen and P. D. Nguyen, "Simulation of saline intrusion in main rivers of Ba Ria – Vung Tau province under the context of climate change," *Journal of Hydro-Meteorology*, vol. 728, pp. 67-79, 2021.
- [13] H. T. Tham, D. T. Nguyen, T. T. Pham *et al.*, "Assessing the risk of land use change in the centre of the Ba river basin, Vietnam," in *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, IOP Publishing, vol. 652, no. 1, 2021, Art. no. 012017.
- [14] K. N. A. Nguyen, N. A. Tran, T. B. Nguyen *et al.*, "Quantitative assessment of flood risks in Ba Ria-Vung Tau in the context of climate change," *Vietnam Journal of Hydrometeorology*, vol. 734, no. 2, pp. 63-77, 2022.
- [15] A. H. Nguyen, K. Q. Pham, and Q. H. Le, "Assessment of Pleistocene Aquifer Vulnerability to Saline Intrusion in the Coastal Region of Ba Ria-Vung Tau Province Using GIS and Entropy-GALDIT," *Sustainability*, vol. 15, no. 10, 2023, Art. no. 8107.
- [16] V. U. Dinh, "Variability of the tropical cyclone number affected directly to Vietnamese main land," *VNU Journal of Science*, vol. 27, pp. 266-272, 2011.
- [17] Q. D. Tran, T. H. Pham, B. D. Dinh *et al.*, "Change the activity of the East Sea tropical storm," *Journal of Hydro-Meteorology*, vol. 715, pp. 27-36, 2020.
- [18] M. A. Hoque, P. Scheelbeek, P. Vineis *et al.*, "Drinking water vulnerability to climate change and alternatives for adaptation in coastal South and South East Asia," *Climatic Change*, vol. 136, pp. 247-263, 2016.
- [19] T. T. Tran and N. T. Le, "Assessment of climate change impacts to some social aspects in Vinh Long Province," *Scientific journal of Saigon University*, vol. 65, pp. 33-42, 2019.
- [20] Climate Change Response Center, "Assess the risk of climate change impacts on some areas of Vietnam and deploy adaptation activities," *Environmental Journal*, no. 8, pp. 56-59, 2021.
- [21] IPCC Sixth Assessment Report, "Climate Change 2021: The Physical Science Basis," 2021. [Online]. Available: <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/#Regional>. [Accessed September 27, 2023].
- [22] P. Prusty and S. H. Farooq, "Chapter 13 - Potential tools for identification of saltwater intrusion into the coastal aquifers: A case study from East Coastal Regions of India," in *Current Directions in Water Scarcity Research*, A. K. Tiwari, A. Kumar, A. K. Singh, T. N. Singh, E. Suozzi, G. Matta, and S. L. Russo. Elsevier, 2022, pp. 247-269.
- [23] Environmental Science: In Context, "Saltwater Intrusion," 2022. [Online]. Available: <https://www.encyclopedia.com/environment/energy-government-and-defense-magazines/saltwater-intrusion>. [Accessed September 27, 2023].
- [24] The World Bank, "What Climate Change Means for Africa, Asia and the Coastal Poor," 2013. [Online]. Available: <https://www.worldbank.org/en/news/feature/2013/06/19/what-climate-change-means-africa-asia-coastal-poor>. [Accessed September 27, 2023].
- [25] Ministry of Agriculture and Rural Development, "Climate change impacts in the Mekong Delta provinces," 2010. [Online]. Available: <https://www.mard.gov.vn/Pages/tac-dong-bien-doi-khi-hau-o-cac-tinh-dbscl-1538.aspx>. [Accessed September 27, 2023].

- [26] E. C. O'Donnell and C. R. Thorne, "Drivers of future urban flood risk," *Philos. Trans. A Math Phys. Eng. Sci.*, vol. 378, no. 2168, 2020, Art. no. 20190216.
- [27] T. V. Can and T. S. Nguyen, "Research to establish a basic method for assessing flood risk in the Mekong Delta," *VNU Journal of Science*, vol. 32, no. 3S, pp. 264-270, 2016.
- [28] Q. Nguyen, "Baria-Vungtau: The risks from climatic changes," 2021. [Online]. Available: <http://dost.baria-vungtau.gov.vn/ManagementNews/DetailNew/3837>. [Assessed September 27, 2023].
- [29] N. Nam, "Strengthening forest fire prevention and control in Ba Ria - Vung Tau," 2020. [Online]. Available: <https://nhandan.vn/tang-cuong-phong-chong-chay-rung-o-ba-ria-vung-tau-post458608.html>. [Accessed September 27, 2023].
- [30] J. C. Liu, G. Pereira, S. A. Uhl *et al.*, "A systematic review of the physical health impacts from non-occupational exposure to wildfire smoke," *Environ. Res.*, vol. 136, pp. 120-132, 2015.
- [31] WHO, "Air pollution is one of the biggest environmental threats to human health, alongside climate change," 2021. [Online]. Available: <https://www.who.int/news/item/22-09-2021-new-who-global-air-quality-guidelines-aim-to-save-millions-of-lives-from-air-pollution>. [Accessed September 27, 2023].
- [32] J. C. Semenza, J. Trinanes, W. Lohr *et al.*, "Environmental Suitability of Vibrio Infections in a Warming Climate: An Early Warning System," *Environ Health Perspect*, vol. 125, no. 10, 2017, Art. no. 107004.
- [33] D. Prandle, "Saline intrusion in partially mixed estuaries," *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, vol. 59, no. 3, pp. 385-397, 2004.

Phụ lục 1: Tổng hợp các hiện tượng Biến đổi khí hậu theo đặc trưng địa lý tại tỉnh Bà Rịa - Vũng Tàu từ phương pháp tổng quan hệ thống

Bảng 2. Các hiện tượng BĐKH theo đặc trưng địa lý tại tỉnh BR-VT được trích xuất từ các tài liệu

	Vùng đồi núi bán trung du	Vùng thung lũng đồng bằng ven biển	Bán đảo, Hải đảo	Khu vực thành thị	Khu vực có sông/hồ
Bão nhiệt đới		[20]	[21]		
Xâm nhập mặn		[20], [22], [23]	[21]		[22], [23]
Ngập lụt		[24] [25]	[21]	[26]	[27]
Sạt lở bờ biển		[28]	[21]		
Sạt lở bờ sông/hồ					[28]
Nắng nóng	[29]	[24], [25]	[21]	[21]	
Hạn hán		[20], [25]	[21]		
Cháy rừng	[30]				
Ô nhiễm không khí				[31]	
Ô nhiễm nước/nước ngầm					[9]
Đất nhiễm phèn		[25]			
Thay đổi dòng chảy nước mặt và nước ngầm	[21]	[20]		[21]	
Nước biển dâng		[20], [24]	[21]		
Nhiệt độ bề mặt biển tăng cao		[32]			[32]
Acid hóa đại dương			[21]		
Sóng nhiệt biển			[21]		
El Nino		[24]	[24]		
Sạt lở đất	[21]				

Phụ lục 2: Phương pháp phân loại nguy cơ các hiện tượng BĐKH

Xâm nhập mặn (XNM) là hiện tượng tự nhiên xảy ra ở các vùng đất, cửa sông, tầng chứa nước tiếp giáp với biển; với độ mặn thay đổi tùy thuộc vào quá trình tự nhiên như chế độ thủy triều, dòng chảy của sông và địa hình hay hoạt động của con người gây ra như thay đổi hiện trạng sử dụng đất [33].

- (1) Dựa vào địa hình của từng xã/phường có đặc điểm là khu vực vùng thung lũng đồng bằng giáp biển, có sông/hồ, bán đảo và hải đảo tương ứng mỗi địa hình một điểm.

- (2) Dựa vào kết quả mô phỏng các kịch bản xâm nhập mặn tỉnh Bà Rịa – Vũng Tàu năm 2018 của Nguyễn Văn Hồng [12] tính ra những vùng có nguy cơ từ thấp đến cao bằng cách cho điểm (xanh lá: 1 điểm; vàng: 2 điểm, cam: 3 điểm; đỏ: 4 điểm; tím: 5 điểm)

- Cộng (1) và (2) cho ra mức điểm của từng khu vực và từ đó chia mức độ nguy cơ.

Được chia thành 4 mức:

- Mức 1: Không có nguy cơ
- Mức 2: Nguy cơ thấp (1 và 2 điểm)
- Mức 3: Nguy cơ vừa (3 và 4 điểm)
- Mức 4: Nguy cơ cao (5 và 6 điểm)

Nắng nóng: Dựa vào địa hình của từng xã/phường có loại địa hình là vùng đồi núi bán trung du, vùng thung lũng đồng bằng ven biển và bán đảo không có sông/hồ hoặc khu vực thành thị tương ứng mỗi địa hình một điểm.

Được chia thành 3 mức:

- Mức 1: Nguy cơ thấp
- Mức 2: Nguy cơ vừa (1 và 2 điểm)
- Mức 3: Nguy cơ cao (3 và 4 điểm)

Ngập lụt:

- (1) Dựa vào địa hình của từng xã/phường có loại địa hình là nguy cơ vừa ở vùng thung lũng đồng bằng ven biển và khu vực thành thị; tương ứng mỗi địa hình một điểm.

- (2) Dựa vào kết quả mô phỏng các kịch bản ngập lụt tỉnh Bà Rịa – Vũng Tàu năm 2017 của Nguyễn Kim Ngọc Anh [14] tính ra những vùng có nguy cơ bằng cách cho thêm 1 điểm.

- Cộng (1) và (2) cho ra mức điểm của từng khu vực và từ đó chia mức độ nguy cơ.

Được chia thành 3 mức:

- Mức 1: Nguy cơ thấp
- Mức 2: Nguy cơ vừa (1 và 2 điểm)
- Mức 3: Nguy cơ cao (3 và 4 điểm)

Sạt lở: Dựa vào địa hình của từng xã/phường có loại địa hình là vùng thung lũng đồng bằng ven biển, bán đảo và hải đảo và khu vực có sông/hồ.

Được chia thành 3 mức:

- Mức 1: Nguy cơ thấp
- Mức 2: Nguy cơ vừa (1 và 2 điểm)
- Mức 3: Nguy cơ cao (3 và 4 điểm)

Bão nhiệt đới: Dựa vào địa hình của từng xã/phường có loại địa hình là vùng thung lũng đồng bằng ven biển có giáp biển, bán đảo và hải đảo tương ứng mỗi địa hình một điểm.

Được chia thành 3 mức:

- Mức 1: Nguy cơ thấp
- Mức 2: Nguy cơ vừa (1 điểm)
- Mức 3: Nguy cơ cao (2 điểm)

Bảng 3. Bảng phân loại địa hình theo hiện tượng BĐKH

	Vùng thung lũng đồng bằng	Vùng đồi núi bán trung du	Bán đảo, Hải đảo	Vùng thung lũng đồng bằng giáp biển	Khu vực đô thị	Khu vực có sông/hồ
Bão nhiệt đới	0	0	1	1	0	0
Xâm nhập mặn	0	0	1	1	0	1
Ngập lụt	1	0	1	1	1	1
Sạt lở	0	0	1	1	0	1
Nắng nóng	1	1	1	1	1	0